



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 225 119 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**24.07.2002 Patentblatt 2002/30**

(51) Int Cl.7: **B62D 25/20, B60G 21/055**

(21) Anmeldenummer: **02001476.7**

(22) Anmeldetag: **22.01.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(30) Priorität: **23.01.2001 DE 10102910**

(71) Anmelder: **Eras Entwicklung und Realisation  
adaptiver Systeme GmbH  
37085 Göttingen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Gnauert, Uwe, Dr.  
37083 Göttingen (DE)**

- **Fehren, Heinrich, Dr.  
34127 Kassel (DE)**
- **Kohlrautz, Daniel, Dipl.-Ing.  
37115 Duderstadt (DE)**
- **Siebold, Hubertus, Dipl.-Phys.  
37124 Rosdorf (DE)**
- **Wimmel, Roger, Dipl.-Phys  
37124 Rosdorf (DE)**

(74) Vertreter: **Patentanwälte Rehberg + Hüppe  
Nikolausberger Weg 62  
37073 Göttingen (DE)**

(54) **Kraftfahrzeug, insbesondere Cabrio, mit aktiv angesteuerten Torsionsstabilisatoren**

(57) Ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein Cabrio, weist mindestens einen von einer Steuerung (9) aktiv angesteuerten längenveränderlichen Torsionsstabilisator (3) auf. Der Torsionsstabilisator (3) umfaßt hydraulische

Actuatoren (7), die vorzugsweise als sich bei Beaufschlagung ihres Innenraums mit einem Hydraulikmedium (10) im Durchmesser erweiternde und gleichzeitig zwischen ihren Anbindungspunkten verkürzende Schlauchaktuatoren (8) ausgebildet sind.

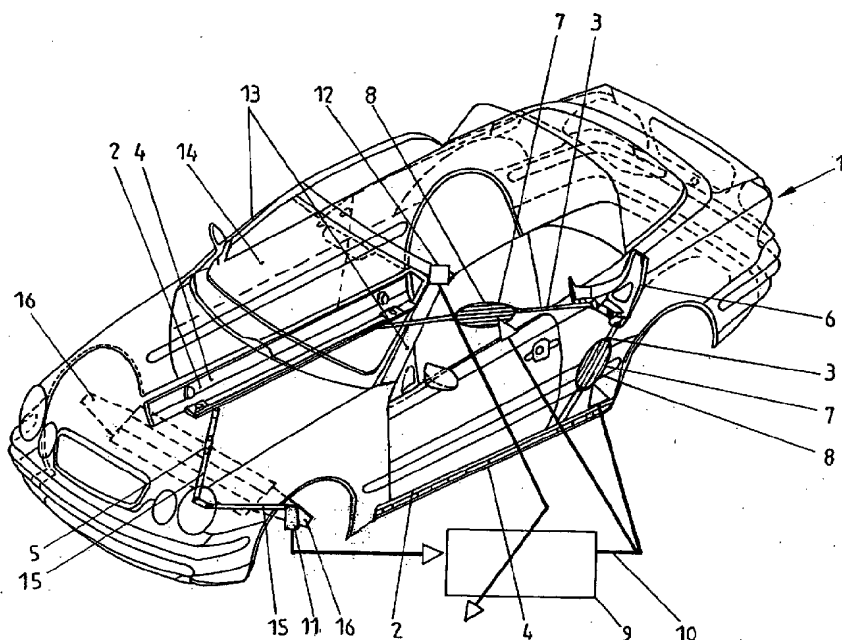


Fig. 1

EP 1 225 119 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Kraftfahrzeug, insbesondere Cabrio, mit mindestens einem von einer Steuerung aktiv angesteuerten längenveränderlichen Torsionsstabilisator.

**[0002]** Es ist bekannt, daß verschiedene Kraftfahrzeuge, insbesondere Cabrios, eine relativ torsionsweiche Karosserie aufweisen. So treten durch Anregungen aufgrund unebener Fahrbahnen schnell Torsionsschwingungen der Karosserie auf. Bei Cabrios ist die besonders geringe Torsionssteifigkeit auf die fehlende Aussteifung der Karosserie durch ein festes Dach zurückzuführen. Bei Cabrios treten im signifikanten Umfang auch Biegeschwingungen um eine Querachse des Kraftfahrzeugs im Bereich der Türöffnungen auf. Die Torsionsschwingungen erfolgen demgegenüber um die Längsachse des Kraftfahrzeugs.

**[0003]** Aus der EP 0 955 228 A2 ist ein Kraftfahrzeug der eingangs beschriebenen Art bekannt. Hierbei handelt es sich um ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein Cabrio, mit einer Karosserie, der einen Längsverlauf aufweisende Streben als Torsionsstabilisatoren zugeordnet sind. In einer Ausführungsform sind zwei der Streben längenvariabel ausgebildet und es sind ihnen Aufnahmeeinheiten zur Erfassung einer Längsbeanspruchung, Stellglieder zum bewirken einer dagegen gerichteten Gegenkraft sowie eine Steuerung für die Ansteuerung der Stellglieder zugeordnet. Bei den Stellgliedern handelt es sich in der einzigen konkreten Ausführungsform um Piezoelemente, die allgemeiner auch als Spannungs-Druck-Wandler beschrieben werden. In jedem Fall sind die aus der EP 0 955 228 A2 bekannten längenveränderlichen Torsionsstabilisatoren zur Aufnahme von Druckbeanspruchung ausgelegt. In der Praxis stellt sich heraus, daß Piezoelemente nur mit sehr großem Aufwand in der Lage sind, die für eine wesentliche Torsionsstabilisierung der Karosserie eines Kraftfahrzeugs notwendigen Längenveränderungen der Streben zu bewirken. Hierzu müssen dann unter anderem erhebliche elektrische Spannungen erzeugt werden, um sie an die Piezoelemente anzulegen. So können dann zwar Torsionen im dynamischen Bereich, d. h. Torsionsschwingungen, des jeweiligen Kraftfahrzeugs merklich unterdrückt werden. Statische Torsionen des Kraftfahrzeugs, beispielsweise aufgrund einer unebenen Aufstandfläche können aber nicht verhindert werden. Derartige statische Torsionen äußern sich beispielsweise in einer Verformung der Türöffnung und daraus resultierenden Problemen beim öffnen und Schließen der Tür eines Cabrios.

**[0004]** Aus der GB 1 331 756 ist ein Schlauchaktuator bekannt, der sich bei Beaufschlagung seines Innenraums mit einem Hydraulikmedium im Durchmesser erweitert und gleichzeitig zwischen seinen Anbindungspunkten verkürzt. Die Durchmessererweiterung erfolgt vorwiegend im Mittelbereich des Schlauchactuators zwischen seinen beiden Anbindungspunkten. Die Um-

setzung des Drucks im Innenraum des Aktuators in eine Durchmesservergrößerung und eine gleichzeitige Längenverkürzung wird durch dehnungsfeste Ein- oder Auflagen in Verbindung mit einer elastischen Wandung des Schlauchactuators erzielt.

**[0005]** Weiterentwicklungen des aus der GB 1 331 756 bekannten Schlauchactuators können der EP 0 146 261 B1, der EP 0 161 750 B1, der WO 00/61951, der WO 00/61952, der DE 195 31 097 C2 und der DE 199 17 483 A1 entnommen werden. Die bisherigen Anwendungen bekannter Schlauchactuators liegen im quasistatischen, d. h. niederfrequenten Bereich.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Kraftfahrzeug der eingangs beschriebenen Art aufzuzeigen, bei dem die Torsionsstabilisatoren auch zur Unterdrückung statischer Torsionen der Karosserie des Kraftfahrzeugs geeignet sind.

**[0007]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Torsionsstabilisatoren hydraulische Aktuatoren aufweisen. Mit hydraulischen Aktuatoren können grundsätzlich größere Längenveränderungen der Torsionsstabilisatoren erreicht werden, als dies mit Piezoelementen der Fall ist. So eröffnet sich bei dem neuen Kraftfahrzeug auch der Bereich der statischen Torsionen der aktiven Unterdrückung. Gleichzeitig stellt sich heraus, daß der typische Frequenzbereich dynamischer Torsionsschwingungen zwischen 10 und 20 Hz mit hydraulischen Aktuatoren gut beherrschbar ist.

**[0008]** Allerdings sind nicht alle hydraulischen Aktuatoren für die Verwendung bei dem neuen Kraftfahrzeug gleichermaßen gut geeignet. Herkömmliche Hydraulikzylinder weisen im Vergleich zu dem Druck des eingesetzten Hydraulikmediums und ihrem Wirkdurchmesser nur eine vergleichsweise geringe Kraftentwicklung zwischen ihren Anbindungspunkten auf. Deutlich günstigere Verhältnisse sind bei hydraulischen Schlauchaktuatoren gegeben, die sich bei Beaufschlagung ihres Innenraums mit einem Hydraulikmedium im Durchmesser erweitern und gleichzeitig zwischen ihren Anbindungspunkten verkürzen. Konkret kann bei der Verwendung solcher ansich bekannter Schlauchactuators im Vergleich zu herkömmlichen Hydraulikzylindern die entwickelte Kraft zwischen den Anbindungspunkten etwa fünffacht werden. Ihre Verwendung ist daher bei dem neuen Kraftfahrzeug besonders bevorzugt. Dabei stellte sich überraschender Weise heraus, daß die fehlende Druckstabilität und auch die fehlende Knickstabilität von hydraulischen Schlauchaktuatoren bei ihrer erfindungsgemäßen Verwendung in dem neuen Kraftfahrzeug nicht von Nachteil sind. Es ist ohne weiteres möglich, im Grundzustand des Kraftfahrzeugs die Schlauchaktuatoren soweit mit Hydraulikmedium zu beaufschlagen, daß eine Zugvorspannung zwischen ihren Anbindungspunkten realisiert ist, die dann zur aktiven Torsionsunterdrückung im statischen und dynamischen Bereich noch ausreichend verringert oder vergrößert werden kann, ohne daß der Vorspannungsbereich einerseits verlassen wird oder andererseits an seine obere Grenze

stößt.

**[0009]** Konkret können die hydraulischen Aktuatoren bei dem neuen Kraftfahrzeug in ihrem eingebauten Zustand ohne weiteres auf Längenänderungen zwischen ihren Anbindungspunkten von insgesamt mehr als 0,8 mm ansteuerbar sein. Dies liegt dramatisch über den mit Piezoelementen erreichbaren Längenänderungen im Bereich weniger zehntel Millimeter. Dabei reichen hydraulische Schlauchaktuatoren in einer Länge von typischerweise 5 bis 20 cm und einem Durchmesser von einigen Zentimetern aus, die ohne weiteres untergebracht werden können.

**[0010]** Den hydraulischen Aktuatoren sind vorzugsweise ein Hydraulikmittelversorgungskreislauf sowie Servoventile und Absperrventile zugeordnet. Unter einem Hydraulikmittelversorgungskreislauf ist hier ein System von Hydraulikmittelversorgungsleitungen zu verstehen, in dem das Hydraulikmittel im wesentlichen im Kreis geführt wird und so beispielsweise seinerseits gekühlt und auch zur Kühlung der hydraulischen Aktuatoren und der Ventile verwendet werden kann. Die Servoventile dienen zur Beaufschlagung der hydraulischen Aktuatoren mit den notwendigen Mengen des Hydraulikmittels. Die Absperrventile sind dazu da, einen bestimmten Füllzustand der hydraulischen Aktuatoren mit Hydraulikmittel zu konservieren, beispielsweise wenn das Fahrzeug abgestellt wird. Dies ist insbesondere dann wichtig, wenn mit den hydraulischen Aktuatoren eine Torsion des auf einer unebenen Aufstandfläche abgestellten Fahrzeugs verhindert wird und dieser Zustand nicht verlorengehen soll.

**[0011]** Die Steuerung für die Torsionsstabilisatoren bei dem neuen Kraftfahrzeug weist zumindest einen Sensor auf, der die dynamische Torsion der Karosserie des Kraftfahrzeugs registriert. Derselbe oder ein zusätzlicher Sensor kann dafür vorgesehen sein, auch die statische Torsion der Karosserie zu registrieren, um auch dieser entgegenzuwirken. Ein Sensor, der diese beiden Aufgaben erfüllt, ist beispielsweise ein Dehnungssensor an einem Querblech der Karosserie vor dem Kofferraum des Kraftfahrzeugs, weil sich an diesem bei zumindest in den meisten Cabrios vorhandenen Querblech alle Torsionen der Karosserie deutlich zeigen.

**[0012]** Der Steuerung kann weiterhin ein Biegesensor zugeordnet sein, der Durchbiegungen der Karosserie registriert. Die möglichen statischen und dynamischen Längenveränderungen der Torsionsstabilisatoren mit den hydraulischen Aktuatoren sind so groß, daß neben einer Torsionskontrolle auch Durchbiegungen und Biegeschwingungen der Karosserie entgegengewirkt werden kann, selbst wenn die Torsionsstabilisatoren des neuen Kraftfahrzeugs an derselben Stelle angeordnet werden, wie herkömmliche passive Torsionsstabilisatoren an bekannten Cabrios.

**[0013]** Um die dynamischen Torsionsschwingungen und auch Biegeschwingungen anregenden Störungen aufzuzeichnen, sind der Steuerung mindestens an den beiden Vorderachsschenkeln angeordnete Beschleunigungs-

ungssensoren zuzuordnen, die Beschleunigungen in vertikaler Richtung registrieren. Auf diese Weise werden Fahrbahnunebenheiten erfaßt. Kombiniert werden können die Beschleunigungssensoren an den Vorderachsschenkeln mit weiteren Beschleunigungssensoren an den Hinterachsschenkeln. Es ist aber auch eine Kombination mit einem Geschwindigkeitssensor des Kraftfahrzeugs möglich. Die mit diesem erfaßte Geschwindigkeit läßt eine Abschätzung zu, wann Störungen an der Vorderachse auch an der Hinterachse auftreten.

**[0014]** Darüberhinaus ist der Steuerung vorzugsweise mindestens ein Zustandssensor zugeordnet, der den aktuellen Betriebszustand des Kraftfahrzeugs registriert. Zu diesem Betriebszustand gehört beispielsweise die aktuelle Beladung des Kraftfahrzeugs sowie der Zustand des Dachs, d. h. auf oder zu. Der Betriebszustand des Kraftfahrzeugs hat erheblichen Einfluß darauf, wie Störungen potentiell in der Lage sind, Torsionsschwingungen oder Torsionen der Karosserie zu verursachen und auch, wie diesen Torsionen bzw. Torsionsschwingungen effektiv entgegengewirkt werden kann.

**[0015]** Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert und beschrieben, dabei zeigt

Fig. 1 die Umrisse der Karosserie eines Cabrios mit daran angeordneten Torsionsstabilisatoren.

Die in Fig. 1 dargestellte Karosserie 1 ist diejenige eines Cabrios. Ihr fehlt ein festes Dach, das bei herkömmlichen Kraftfahrzeugen die Karosserie gegenüber Torsionen um die Längsachse und Durchbiegungen um eine im Bereich der Türöffnungen verlaufende Querachse aussteift. Um das fehlende Dach zu kompensieren, sind an der Karosserie 1 Biegestabilisatoren 2 und Torsionsstabilisatoren 3 und 15 vorgesehen. Bei den Biegestabilisatoren 2 handelt es sich um verstärkte Schwellen 4, die unterhalb der Türöffnungen durchlaufen. Bei den vorderen Torsionsstabilisatoren 15 handelt es sich um passive Verstärkungsstreben 5, die einerseits an den Schwellern 4 und andererseits an einem vorderen, hier nicht näher dargestellten Abstützpunkt angreifen. Die hinten angeordneten Torsionsstabilisatoren 3 greifen ebenfalls einerseits an den Schwellern 4 an. Ihre rückwärtige Verankerung ist an einem Abstützblech 6 vorgesehen. Darüberhinaus sind die hinteren Torsionsstabilisatoren 3 keine druck- und biegefesten Streben. Vielmehr weisen sie über einen Teil ihrer Längserstreckung hydraulische Aktuatoren 7 in Form von Schlauchaktuatoren 8 auf, die weder eine nennenswerte Drucksteifigkeit noch eine nennenswerte Knicksteifigkeit besitzen.

**[0017]** Im Grundzustand des jeweiligen Fahrzeugs werden die Schlauchaktuatoren 8 von einer Steuerung 9 so mit Hydraulikmedium 10 beaufschlagt, daß sie eine mittlere Vorspannung zwischen ihren Anbindungspunkten an den Schwellern 4 und dem Abstützblech 6 her-

vorrufen. Zur Verhinderung von Torsionen der Karosserie 1 wird dann diese Vorspannung teilweise abgebaut oder aber vergrößert, um auf die Karosserie 1 einwirkende Kräfte zu kompensieren. Dabei wird darauf geachtet, daß die von den Schlauchaktuatoren 8 aufgebrachte Spannung vorzugsweise niemals auf null abfällt. Dabei ergeben sich Längenveränderungen der hinteren Torsionsstabilisatoren 3 in der Größenordnung von 1 mm, womit sowohl im dynamischen als auch im statischen Bereich Torsionen der Karosserie 1 weitestgehend verhindert werden können. Die Ansteuerung der Schlauchaktuatoren 8 durch die Steuerung 9 mit dem Hydraulikmedium 10 erfolgt in Abhängigkeit von Beschleunigungssensoren 11, die ein Störsignal im Bereich der Achsschenkel 16 in vertikaler Richtung erfassen. Typischerweise sind im Bereich der Achsschenkel 16 aller vier Räder Beschleunigungssensoren 11 vorgesehen. Weiterhin erfaßt ein Sensor 12 im Bereich des oberen Endes der A-Säulen 13 bzw. am oberen Rand der Windschutzscheibe 14 verbleibende Querschwingungen der Karosserie 1 als Rückkopplungssignal. Auf diese Weise sind jedoch nur Torsionen im dynamischen Bereich beherrschbar. Für statische Torsionen muß ein zusätzlicher Sensor, beispielsweise als Dehnungssensor an einem durch Torsionen der Karosserie 1 beanspruchten Blech vorgesehen werden. Dieser Sensor kann dann auch den Sensor 12 ersetzen.

**[0018]** Ein Fahrzeug mit der Karosserie 1 gemäß Fig. 1 kann durch geeignete Beaufschlagung der Schlauchaktuatoren 8 mit Hydraulikmedium auch auf einem unebenen Untergrund ohne Torsion der Karosserie 1 abgestellt werden. Diese Beaufschlagung der Schlauchaktuatoren 8 kann durch hier nicht dargestellte Absperrventile konserviert werden, so daß die unerwünschten Torsionen auch nicht bei einer vorläufigen Außerbetriebnahme des Kraftfahrzeugs in dem Zeitraum bis zur nächsten Inbetriebnahme auftreten.

#### **BEZUGSZEICHENLISTE**

##### **[0019]**

- 1 - Karosserie
- 2 - Biegestabilisator
- 3 - Torsionsstabilisator
- 4 - Schweller
- 5 - Strebe
- 6 - Abstützblech
- 7 - hydraulischer Aktuator
- 8 - Schlauchaktuator
- 9 - Steuerung
- 10 - Hydraulikmedium
- 11 - Beschleunigungssensor
- 12 - Sensor
- 13 - A-säule
- 14 - Windschutzscheibe
- 15 - Torsionsstabilisatoren

16 - Achsschenkel

#### **Patentansprüche**

1. Kraftfahrzeug, insbesondere Cabrio, mit mindestens einem von einer Steuerung aktiv angesteuerten längenveränderlichen Torsionsstabilisator, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Torsionsstabilisator (3) hydraulische Aktuatoren (7) aufweist.
2. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die hydraulischen Aktuatoren (7) Schlauchaktuatoren (8) sind, die sich bei Beaufschlagung ihres Innenraums mit einem Hydraulikmedium (10) im Durchmesser erweitern und gleichzeitig zwischen ihren Anbindungspunkten verkürzen.
3. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die hydraulischen Aktuatoren (7) auf Längenänderungen zwischen ihren Anbindungspunkten von mehr als 0,8 mm ansteuerbar sind.
4. Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** den hydraulischen Aktuatoren (7) ein Hydraulikmittelversorgungskreislauf sowie Servoventile und Absperrventile zugeordnet sind.
5. Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Steuerung (9) mindestens ein Sensor (12) zugeordnet ist, der dynamische Torsionen der Karosserie (1) des Kraftfahrzeugs registriert.
6. Kraftfahrzeug nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Steuerung (9) mindestens ein Sensor zugeordnet ist, der statische Torsionen der Karosserie (1) registriert.
7. Kraftfahrzeug nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Sensor ein Dehnungssensor an einem Querblech der Karosserie (1) vor dem Kofferraum des Kraftfahrzeugs ist, der die statische und die dynamischen Torsionen der Karosserie (1) registriert.
8. Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Steuerung (9) mindestens ein Biegesensor zugeordnet ist, der Durchbiegungen der Karosserie (1) registriert.
9. Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Steuerung (9) mindestens an den beiden Vorderachsschenkeln angeordnete Beschleunigungssensoren (11) zuge-

ordnet sind, die Beschleunigungen in vertikaler Richtung registrieren.

10. Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Steuerung (9) mindestens ein Zustandssensor zugeordnet sind, der den aktuellen Betriebszustand des Kraftfahrzeugs registriert.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

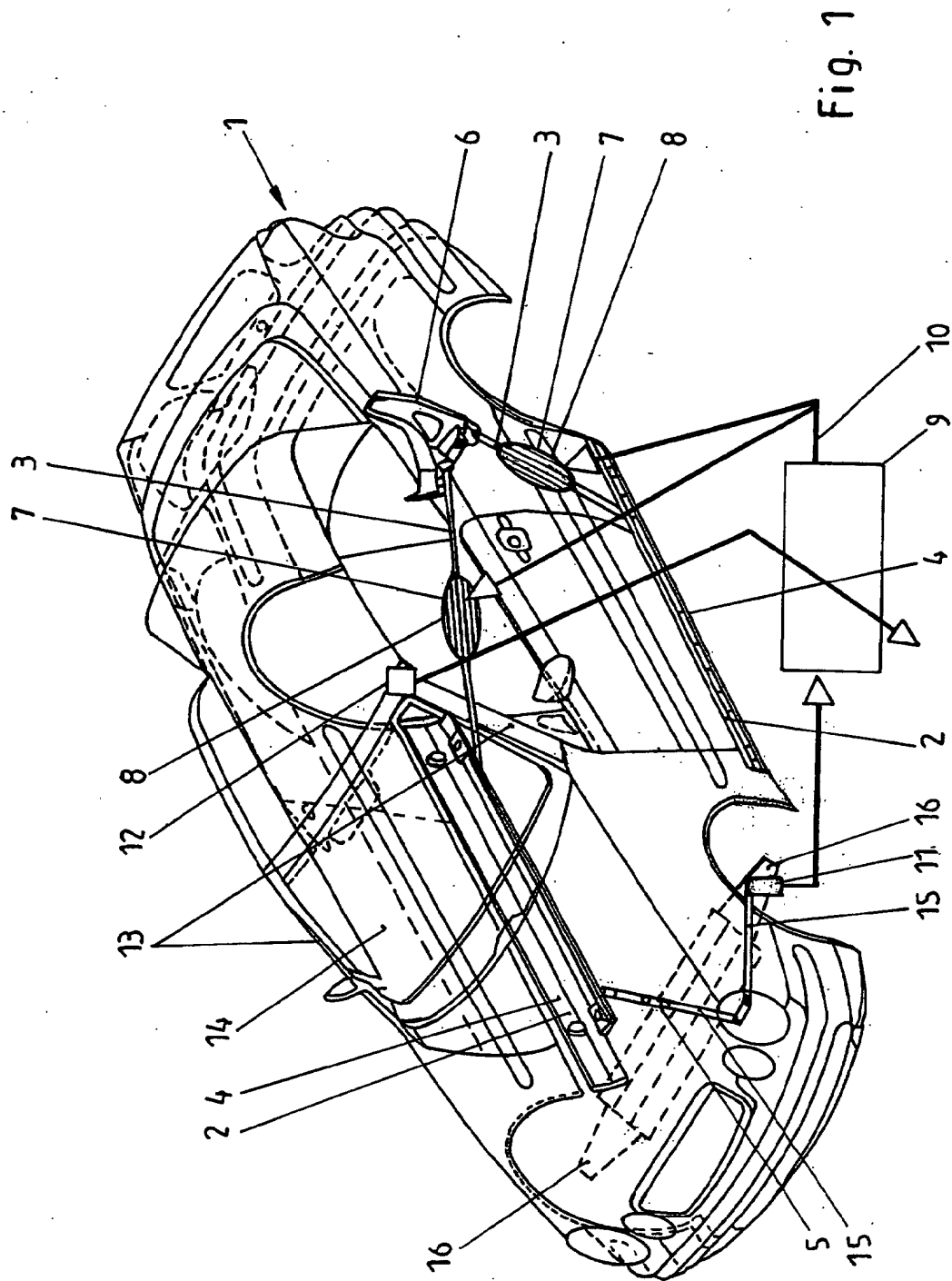


Fig. 1